

## PENGARUH VARIASI ORIENTASI SERAT DAN WAKTU PENGERINGAN TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT KULIT JAGUNG

**Rizki Rochmat Akbar**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: rizki.19053@mhs.unesa.ac.id

**Tri Hartutuk Ningsih**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Email: triningsih@unesa.ac.id

### Abstrak

Teknologi pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) saat ini memiliki berbagai aplikasi yang luas. Penggunaan material komposit serat sintetis seperti *fiberglass/carbon fiber* banyak digunakan dalam pembuatan UAV karena memiliki karakteristik bobot yang ringan dan kekuatan mekanik yang baik. Namun penggunaan komposit serat sintetis memiliki kekurangan, seperti harga yang relatif mahal dan dampak negatif terhadap lingkungan. Permasalahan ini dapat diatasi dengan penggunaan komposit serat alam. Pemilihan serat alam perlu mempertimbangkan faktor seperti biaya, kekuatan, dan ramah lingkungan. Komposit pada penelitian ini menggunakan serat kulit jagung sebagai penguat dan campuran resin yukalac 157 dengan katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEPOXE) sebagai matriks. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh orientasi serat dan waktu pengeringan pada serat kulit jagung terhadap kekuatan tarik. Variasi orientasi serat yaitu lurus dan acak, sedangkan variasi waktu pengeringan adalah 1 jam dan 2 jam. Pembuatan komposit menggunakan metode Hand Lay-Up. Material komposit dilakukan pengujian tarik berdasarkan standar ASTM D3039 untuk mengetahui kekuatannya. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kekuatan tarik tertinggi didapatkan oleh material komposit dengan variasi orientasi serat lurus dan waktu pengeringan 1 jam, yaitu sebesar 40,1 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik terendah didapatkan oleh material komposit dengan variasi orientasi serat acak dan waktu pengeringan 2 jam, yaitu sebesar 19,08 Mpa.

**Kata Kunci:** Serat kulit jagung, Waktu pengeringan, Orientasi serat, Komposit

### Abstract

*Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology currently has a wide range of applications. The use of synthetic fiber composite materials such as fiberglass/carbon fiber is widely used in making UAVs because they have the characteristics of light weight and good mechanical strength. However, the use of synthetic fiber composites has disadvantages, such as relatively expensive prices and negative impacts on the environment. This problem can be overcome by using natural fiber composites. Choosing natural fibers needs to consider factors such as cost, strength and environmental friendliness. The composite in this study used corn husk fiber as reinforcement and a mixture of Yukalac 157 resin with Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEPOXE) catalyst as a matrix. This research aims to determine the effect of fiber orientation and drying time on corn husk fibers on tensile strength. Variations in fiber orientation are straight and random, while variations in drying time are 1 hour and 2 hours. Composite manufacturing uses the Hand Lay-Up method. Composite materials are subjected to tensile testing based on ASTM D3039 standards to determine their tensile strength. Based on the research results, it is known that the highest tensile strength was obtained by composite materials with variations in straight fiber orientation and a drying time of 1 hour, namely 40.1 Mpa. Meanwhile, the lowest tensile strength was obtained by composite material with random fiber orientation variations and a drying time of 2 hours, namely 19.08 Mpa.*

**Keywords:** Corn husk fiber, Drying time, Fiber orientation, Composite

## Universitas Negeri Surabaya

### PENDAHULUAN

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri yang dioperasikan oleh operator maupun secara otomatis. Pada saat ini, UAV semakin populer digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pemetaan, pengawasan, dan pemantauan lingkungan. Salah satu tantangan dalam pembuatan UAV adalah untuk memenuhi persyaratan kekuatan, ketahanan dan kekakuan dengan bobot yang ringan agar dapat terbang dengan efisien. Terutama untuk bagian badan pesawat (*fuselage*) dan sayap dimana bagian harus mampu menahan beban terbesar selama *take off*, *flight*, dan *landing*. Oleh karena itu, penggunaan material komposit telah menjadi

pilihan yang populer dalam pembuatan UAV karena sifatnya yang ringan dan kekuatan mekanik yang baik.

Material komposit adalah jenis material yang terbentuk dari gabungan dua atau lebih material dengan sifat mekanik yang berbeda. Karena perbedaan karakteristik dari material pembentuknya, hasilnya adalah material baru yang disebut komposit, yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari bahan-bahan pembentuknya (Rahmatulloh, 2020). Komposit polimer merupakan material yang menggunakan matriks dan serat penguat sebagai penyusun kompositnya. Komposit polimer adalah salah satu material yang dapat digunakan sebagai bahan struktural karena memiliki beberapa kelebihan, seperti berat yang ringan, kekuatan yang tinggi, dan tahan terhadap korosi. Serat yang banyak digunakan sebagai penguat

adalah *fiberglass* dan *carbon fiber*. Namun, penggunaan serat ini memiliki kelemahan yaitu mahal dan kurang ramah lingkungan. Dari permasalahan tersebut diperlukan adanya inovasi dalam bidang material komposit. Salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu serat kulit jagung.

Tanaman jagung adalah salah satu jenis makanan pokok di Indonesia yang cukup banyak dikonsumsi. Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan peningkatan produksi jagung setiap tahunnya. Pada tahun 2019, produksi nasional mencapai 28 juta ton, dan pada tahun 2020 meningkat menjadi 29 juta ton. Salah satu bagian dari tanaman jagung yang belum bisa banyak dimanfaatkan adalah kulit jagung. Meskipun kulit jagung biasa digunakan sebagai pakan ternak atau untuk kerajinan tangan, upaya pemanfaatan kulit jagung masih jauh dari optimal, dengan hanya sebagian kecil limbah kulit jagung yang telah dimanfaatkan.

Kulit jagung merupakan limbah pertanian yang dihasilkan dalam jumlah besar di Indonesia. Serat kulit jagung memiliki sifat-sifat mekanik yang cukup baik, seperti kekuatan tarik dan kekuatan bending yang tinggi. Oleh karena itu, serat kulit jagung cocok digunakan sebagai penguat pada material komposit polimerik. Selain itu, material ini juga memiliki sifat yang ramah lingkungan karena bahan dasarnya yang berasal dari serat alami.

Sifat mekanik pada material komposit berpenguat serat kulit jagung dapat dioptimalkan dengan pengaturan parameter produksi yang tepat. Salah satu parameter produksi yang dapat diatur adalah orientasi arah serat dan waktu pengeringan serat. Orientasi serat sangat penting dalam menentukan sifat mekanik komposit. Pengaturan orientasi serat dapat memberikan pengaruh yang signifikan pada kekuatan, kekakuan, dan keuletan komposit. Lama waktu pengeringan serat kulit jagung mempengaruhi sifat mekanik dan kekuatan ikatan antara serat dan matriks. Serat yang dikeringkan dengan baik akan meningkatkan kekuatan material komposit. Tetapi peningkatan daya pemanasan yang lebih lanjut akan menyebabkan serat rusak dan terdegradasi. (Hamidi, Raharjo, dan Widodo 2022)

Belum banyak penelitian yang mengkaji tentang pengaruh orientasi serat dan waktu pengeringan serat kulit jagung terhadap sifat mekanik material komposit yang dihasilkan. Hal ini menjadi topik yang menarik untuk diteliti karena serat kulit jagung berpotensi menjadi material komposit yang kuat, efisien, dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk menginvestigasi pengaruh orientasi serat dan lama waktu pengeringan serat terhadap kekuatan tarik material komposit serat kulit jagung. Dengan melakukan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang berguna dalam pengembangan material komposit serat kulit jagung yang lebih kuat dan efisien.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode eksperimen, yang melibatkan penggunaan data kuantitatif. Penelitian ini dirancang untuk mengukur keterkaitan variabel bebas dan variabel terikat, yaitu dengan cara mengatur variabel bebas secara sistematis untuk mengamati dampaknya terhadap variabel terikat.

## Waktu dan Tempat Penelitian

### • Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama bulan Agustus - November 2023.

### • Tempat Penelitian

Pembuatan spesimen di lab. robotika, Gedung A9, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Tempat pengujian specimen di lab. bahan dan pengolahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Politeknik Negeri Malang.

## Variabel Penelitian

### • Variabel Bebas

- Variasi waktu pengeringan (1 jam, 2 jam)
- Variasi orientasi serat (lurus, acak.)

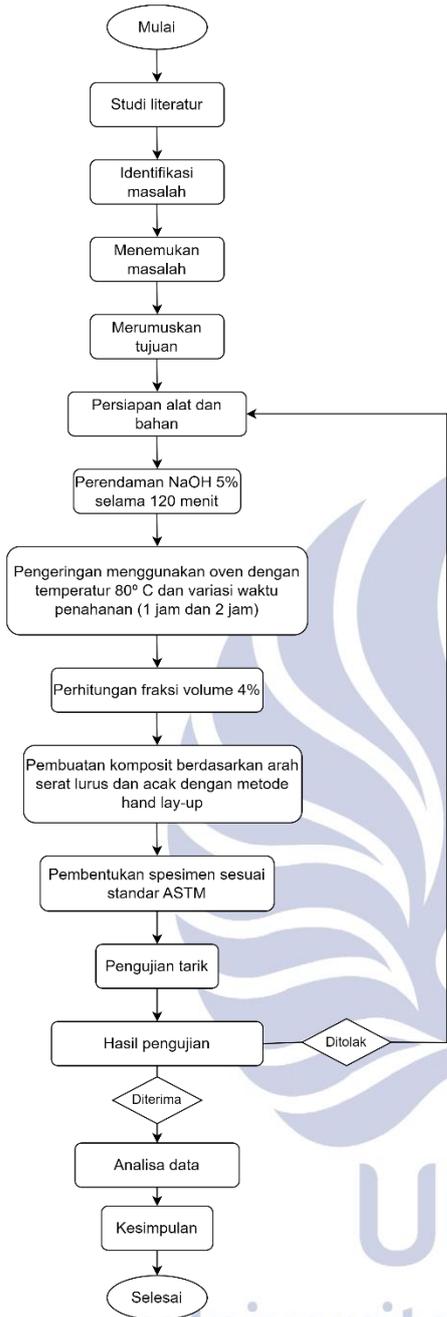
### • Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pengujian tarik pada spesimen

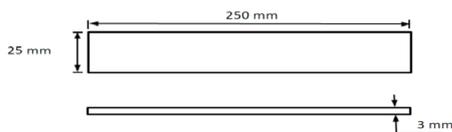
### • Variabel Kontrol

- Resin Polyester Yukalac 157 BQTN
- Katalis Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEPOXE)
- Pembuatan spesimen berdasarkan standar ASTM D3039
- Perendaman serat dengan larutan NaOH 5% selama 120 menit
- Proses pengeringan serat menggunakan oven dengan temperatur 80° C
- Metode pencetakan dengan Hand Lay-Up
- Fraksi volume serat 4%.
- Bahan serat diekstrak dengan cara merendam kulit jagung kering dengan air selama 2 minggu lalu diserit menggunakan sisir kutu sehingga didapatkan seratnya saja.

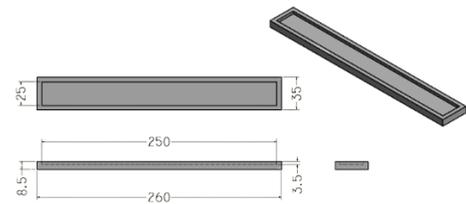
**Rancangan Penelitian**



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 2.** Dimensi Spesimen Uji Tarik ASTM D3039

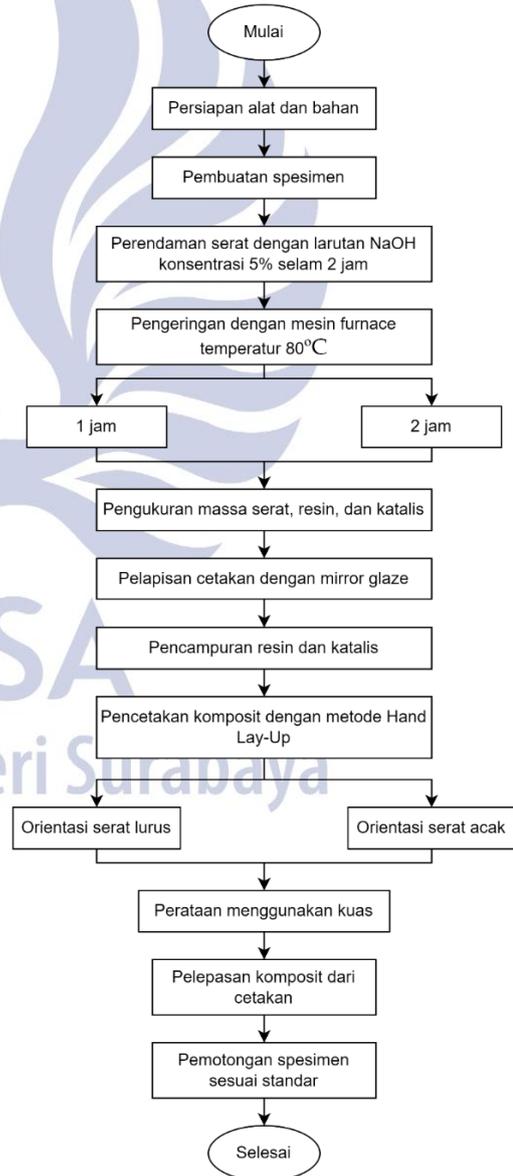


**Gambar 3.** Ilustrasi Cetakan Spesimen



**Gambar 4.** Ilustrasi Orientasi serat: (a) Lurus, (b) Acak

**Prosedur Pembuatan Spesimen**



**Gambar 4.** Prosedur Pembuatan Spesimen

Tahapan pembuatan komposit:

- 1) Persiapan alat dan bahan
- 2) Perendaman serat kulit jagung dengan larutan NaOH konsentrasi 5% selama 2 jam.
- 3) Serat yang sudah selesai direndam larutan NaOH di bilas dengan air bersih dan dikeringkan. Proses pengeringan menggunakan mesin furnace dengan temperatur 80°C dengan variasi waktu penahanan 1 jam dan 2 jam.
- 4) Serat dan matriks ditakar sehingga didapatkan perbandingan fraksi volume serat : matriks adalah 4% : 96%.
- 5) Permukaan dalam cetakan dilapisi dengan wax mirror glaze dan menunggu hingga kering
- 6) Resin dan katalis yang sudah sesuai takaran dicampurkan dalam wadah plastic dan diaduk sampai tercampur secara sempurna.
- 7) Melakukan proses pencetakan dengan metode *hand lay-up*. Serat yang sudah ditimbang sesuai takaran diletakkan dan ditata dalam cetakan. Variasi menggunakan orientasi serat lurus dan orientasi serat acak. Campuran matriks yang sudah ditimbang sesuai takaran kemudian dituangkan kedalam cetakan dan diratakan dengan kuas, pastikan orientasi serat tidak berubah dan usahakan untuk meminimalkan adanya gelembung udara.
- 8) Hasil cetakan *hand lay-up* dibiarkan sampai mengering sempurna. Setelah kering komposit dilepas dari cetakan.
- 9) Pematangan komposit sesuai standar uji tarik ASTM D3039.

### Pengujian Tarik

Nilai uji tarik dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Keterangan:

$\sigma$  : nilai tegangan tarik (Mpa)

$P$  : beban maksimum (N)

$A_0$  : luas penampang spesimen (mm<sup>2</sup>)

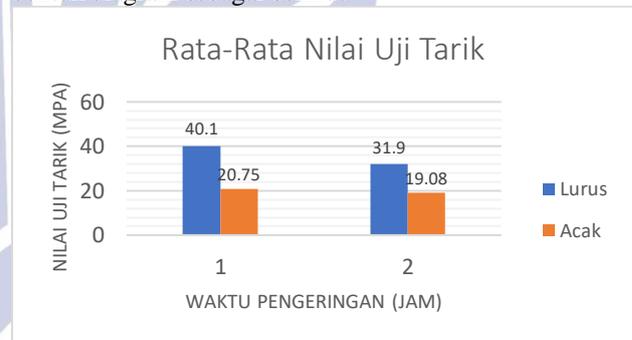
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Tarik

Tabel 1. Data Hasil Uji Tarik

Orientasi Serat	Waktu Pengeringan	Spesimen	Hasil Uji (Mpa)
Lurus	1 Jam	1	35,50
		2	43,24
		3	41,58
		Rata-rata	40,10
	2 Jam	1	36,77
		2	29,32
3		29,61	
	Rata-rata	31,90	
Acak	1 Jam	1	21,08
		2	21,08
		3	20,10
		Rata-rata	20,75
	2 Jam	1	16,47
		2	21,18
3		19,61	
	Rata-rata	19,08	

Berdasarkan tabel 1 data dapat ditampilkan dalam bentuk diagram sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram Hasil Uji Tarik

Diagram pada gambar 5 menunjukkan pengaruh dalam perbedaan waktu pengeringan dan orientasi serat. Nilai kuat tarik tertinggi diperoleh pada spesimen dengan waktu pengeringan 1 jam dan orientasi serat lurus memiliki nilai kekuatan tarik 40,1 Mpa, sedangkan nilai kuat tarik terendah diperoleh pada spesimen dengan waktu pengeringan 2 jam orientasi serat acak memiliki nilai kekuatan tarik 19,08 Mpa. Terjadi penurunan kekuatan tarik pada waktu pengeringan 2 jam, baik dengan orientasi serat lurus maupun acak. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka kekuatan tariknya akan menurun. Hal ini dikarenakan pada proses pengeringan menggunakan oven yang terlalu lama akan menyebabkan serat menjadi terdegradasi dan rusak (Hamidi, Raharjo, dan Widodo 2022). Penurunan kekuatan tarik juga terjadi pada orientasi serat acak, baik dengan waktu pengeringan 1 jam maupun 2 jam. Maka dapat disimpulkan bahwa orientasi serat lurus pada komposit lebih baik daripada orientasi serat acak. Hal ini dikarenakan pada orientasi serat lurus ikatan serat terjalin alami sebab memiliki ukuran serat yang lebih seragam dan searah

(Fahmi, 2011). Pembebanan yang searah dengan orientasi serat juga membuatnya memiliki kekuatan tarik yang lebih baik.

**Analisa Statistik**

Berikutnya data hasil pengujian tarik dilakukan analisa statistik dengan metode *two way anova* menggunakan aplikasi SPSS 23. Sebelum menjalankan uji anova, penting untuk memastikan bahwa data dari setiap varian memiliki distribusi normal, homogen (seimbang), dan tidak ada hubungan antar sampel. Karena itu maka harus dilakukan uji normalitas dan homogenitas dahulu.

• **Uji Normalitas**

**Tabel 2.** Hasil Uji Normalitas

Test of Normality						
Standarized Residual	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	.134	12	-	.979	12	.979

Data hasil pengujian normalitas didapatkan nilai sig. > 0,05 yaitu 0,979. Pedoman ini mengacu pada hasil perhitungan alat uji normalitas Shapiro-Wilk. Berdasarkan hasil uji didapatkan variabel memiliki nilai sig. > 0,05 yaitu sebesar 0,097 sehingga bisa dikatakan data uji tarik terdistribusi normal.

• **Uji Homogenitas**

**Tabel 3.** Hasil Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances <sup>a</sup>			
Dependent Variable: Uji Tarik (Mpa)			
F	df1	df2	Sig.
3.630	3	8	.064

Berdasarkan hasil uji didapatkan variabel memiliki nilai sig. > 0,05 yaitu sebesar 0,064 sehingga bisa dikatakan data hasil uji tarik homogen.

• **Uji Anova**

Analisa statistik dengan metode *two way anova* diharuskan memiliki hipotesa untuk dapat menarik sebuah kesimpulan, hipotesa yang diajukan:

1. **Ho**

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada waktu pengeringan 1 jam, 2 jam dengan orientasi serat lurus atau acak pada spesimen komposit terhadap pengujian tarik.

2. **Ha**

Terdapat perbedaan yang signifikan pada waktu pengeringan 1 jam, 2 jam dengan orientasi serat lurus atau acak pada spesimen komposit terhadap pengujian tarik.

**Tabel 4.** Hasil Uji Anova

Tests of Between-Subject Effect					
Dependent Variable: Uji Tarik (Mpa)					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	9382.258	1	9382.258	926.981	.000
Orientasi Serat	776.021	1	776.021	76.672	.000
Waktu Pengeringan	73.112	1	73.112	7.224	.028

Data hasil uji anova menunjukkan nilai signifikansi (sig.) kurang dari 0,05, yakni 0,000 untuk orientasi serat, mengindikasikan adanya pengaruh yang signifikan dari waktu pengeringan terhadap hasil uji tarik. Nilai sig. kurang dari 0,05, yaitu 0,028 untuk waktu pengeringan, juga menunjukkan pengaruh yang signifikan dari orientasi serat terhadap hasil uji tarik. Maka dari itu dapat diambil kesimpulan bahwa Ho ditolak dan Ha diterima. Secara lebih spesifik, terdapat perbedaan signifikan pada waktu pengeringan selama 1 jam dan 2 jam, baik dengan orientasi serat lurus maupun acak pada spesimen komposit dalam pengujian tarik.

**Analisa Patahan Spesimen Uji Tarik**



**Gambar 6.** Bentuk Patahan Uji Tarik

Selain data kekuatan mekanis, patahan spesimen juga dievaluasi dalam hasil pengujian tarik. Analisis patahan dilakukan dengan menggunakan foto makro, yang menggambarkan jenis patahan yang terjadi pada spesimen uji. Secara umum, hasil analisis menunjukkan adanya jenis patahan yang disebut brittle fracture (patah getas) pada patahan spesimen uji tarik. *Brittle fracture* ditandai dengan deformasi plastis yang terjadi di sekitar area patahan sangat sedikit atau bahkan tidak ada deformasi plastis yang terjadi dengan penyerapan energi yang rendah yang menyertai patahan getas. Retakan yang terjadi pada spesimen dapat menyebar dengan cepat dan akan berlanjut secara spontan tanpa adanya peningkatan besarnya tegangan yang di terapkan. Gambar 4.6 menunjukkan adanya *void* atau gelembung udara yang dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik karena mempercepat terjadinya proses patahan. Terdapat juga area *matrix rich* dimana banyak matrik yang terkumpul dalam satu area karena tidak meratanya serat dalam cetakan.

## PENUTUP

### Simpulan

Terdapat pengaruh yang signifikan variasi waktu pengeringan dan orientasi serat terhadap nilai kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik paling tinggi didapatkan pada variasi waktu pengeringan 1 jam dengan orientasi serat lurus yaitu 40,1 Mpa. Nilai kekuatan tarik terendah didapatkan pada variasi waktu pengeringan 2 jam dengan orientasi serat acak yaitu 19,08 Mpa.

### Saran

- Pada penelitian selanjutnya bisa dikembangkan lagi dengan menambahkan variasi fraksi volume serat, metode pengekstrakan serat, perlakuan serat, atau jenis pengujian yang berbeda.
- Pada saat pencetakan komposit sebaiknya lebih diperhatikan lagi agar penataan serat lebih merata dan posisi serat tidak berubah saat dituangkan resin ke cetakan.
- Matriks sebaiknya ditakar dengan 1 wadah untuk 1x cetakan spesimen agar takarannya sama pada setiap cetakan.
- Pada metode *Hand Lay-Up* sebaiknya lebih teliti lagi untuk meminimalkan adanya gelembung udara pada saat pencetakan.
- Dalam pemilihan serat akan lebih baik jika menggunakan serat yang lebih seragam dengan diameter serat yang relatif sama.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ramadhani, A., S.H.B. Prastowo, R. D. Handayani. 2022. "Pengaruh Fraksi Volume Pada Komposit Serat Kulit Jagung Dengan Matriks Polyester Terhadap Kekuatan Tarik Sebagai Bahan Baku Industri Papan." *Dinamika Teknik Mesin* 12(2): 129–36.
- Adjiantoro, Bintang, Bambang Sriyono. 2018. "Pembuatan Material Komposit Matriks Paduan Al–6,2%Mg/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(p) Dengan Proses Stirr-Casting." *Metalurgi* 29(1): 63.
- "ASTM International D3039 Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials." [www.astm.org](http://www.astm.org).
- Banowati, Lies, Wisnu Adi Prasetyo, dan Devi M Gunara. 2017. "Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Orientasi Unidirectional 0° Dan 90° Pada Struktur Komposit Serat Mendong Dengan Menggunakan Epoksi Bakelite Epr 174." *Infomatek* 19(2): 57.
- Fahmi, Hendriwan, Harry Hermansyah. 2011. "Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester/ Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik." *Jurnal Teknik Mesin* 1(1): 46–52.
- Haq, M. A., Naubnome, V., dan Fauji, N. (2022). "Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Sserat Serabut Kelapa Bermatriks Poliester." *Rotor* 15(2), 53-57.
- Indreswari, Suroso. 2018. "*Peran Drone Dalam Aspek Kehidupan*". Yogyakarta : Deepublish
- Mamungkas, Mohamad Irkham, Nur Subeki, dan M. Ulul Albab. 2021. "Pengaruh Temperatur Pemanasan Dan

Waktu Holding Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Impact Komposit Epoxy Dengan Metode Vacuum Infusion." *Rotor* 14(1): 18.

- Nurmaulita. 2010. "Pengaruh Orientasi Sabut Kelapa Dengan Resin Polyester Terhadap Karakteristik Papan Lembaran." *Tesis Universitas Sumatea Utara. Medan*.
- Rachmadi, Wahyu dan Tri Hartutuk Ningsih. 2023. "Optimasi Perlakuan Konsentrasi Dan Waktu Perendaman NaOH Serta Fraksi Volume Pada Komposit Serat Kulit Jagung Terhadap Pengujian Bending Metode Taguchi". *Jinggo: Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi, dan Otomotif* Vol. 2 No. 1 Agustus 2023, Hal. 1-8 ISSN: 2963-8445
- Salim, Rachmat. 2016. "Studi Pengaruh Perlakuan Alkali Dan Panas Terhadap Sifat Mekanik Serat Kenaf Untuk Bahan Komposit." *Majalah Ilmiah Bahari Jogja* 14(22): 1–7.
- Sari, Nasmi Herlina. 2019. *Teknologi Papan Komposit Diperkuat Serat Kulit Jagung*. Yogyakarta: Deepublish.
- Wahyudi, Defi Tri dan Tri Hartutuk Ningsih. 2018. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Kersen Terhadap Kekuatan Tekuk Dan Tarik Komposit Dengan Matrik Epoksi". *JTM*. Volume 06 Nomor 02 Tahun 2018, 7-14